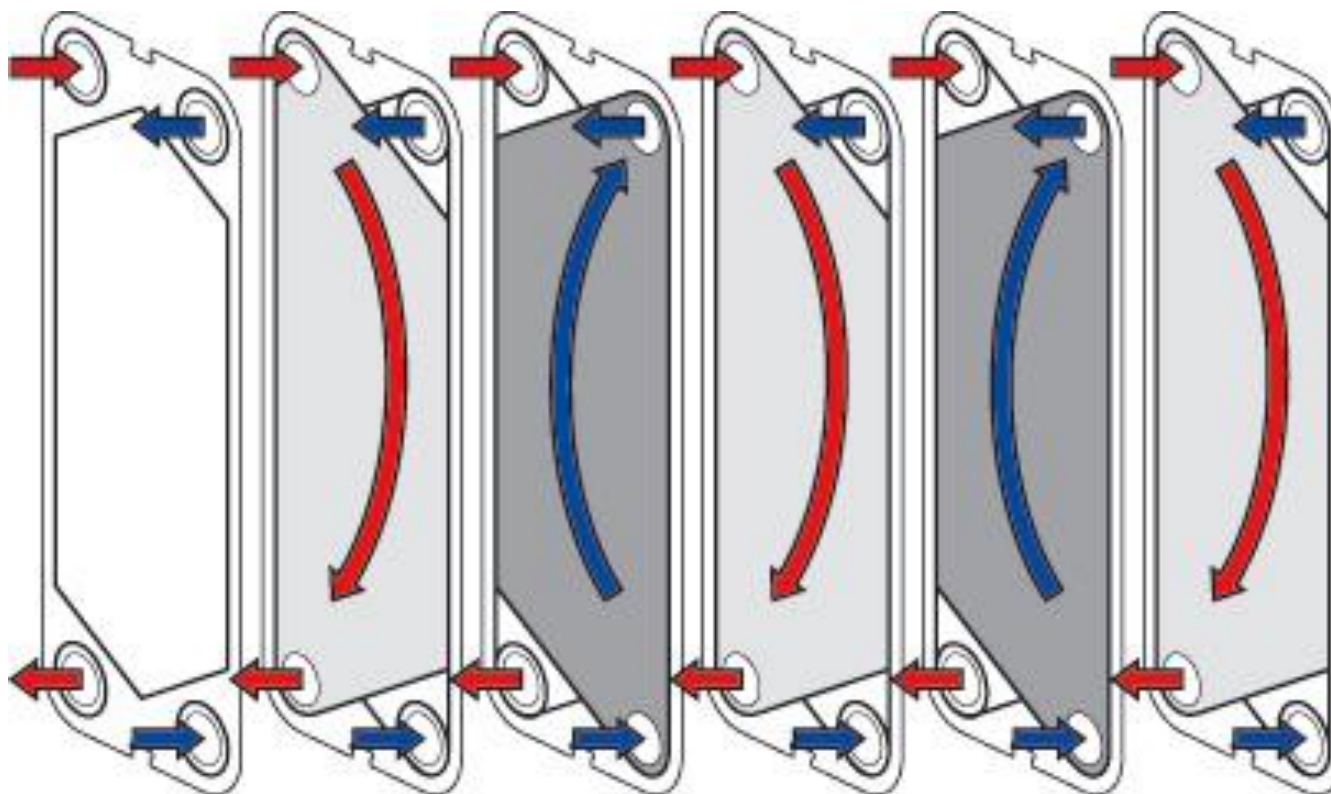




## Конструкция теплообменников.

Февралев Алексей

# Принцип работы РПТО

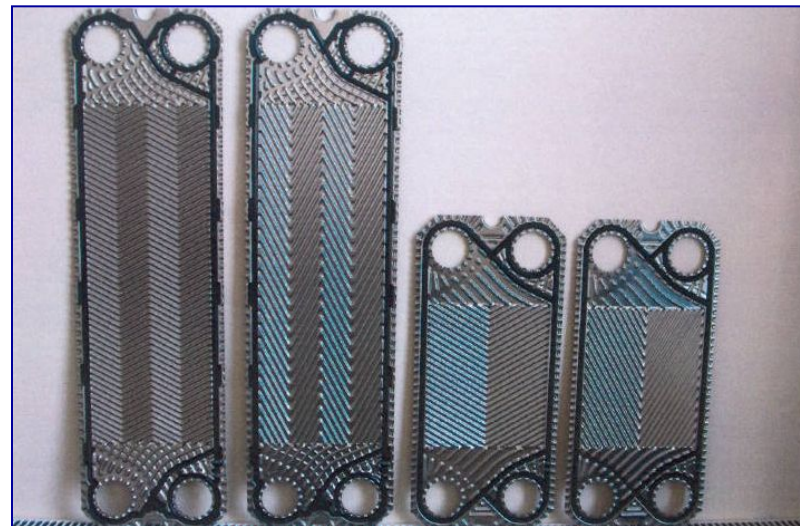
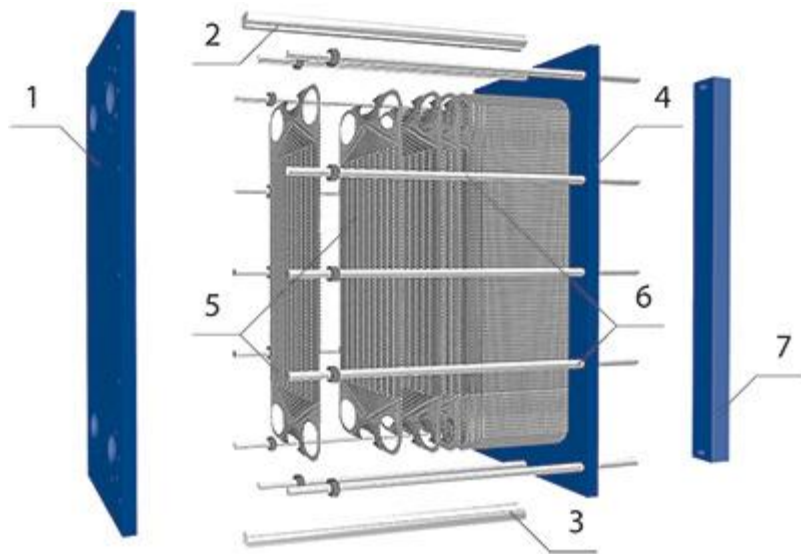


- греющая сторона



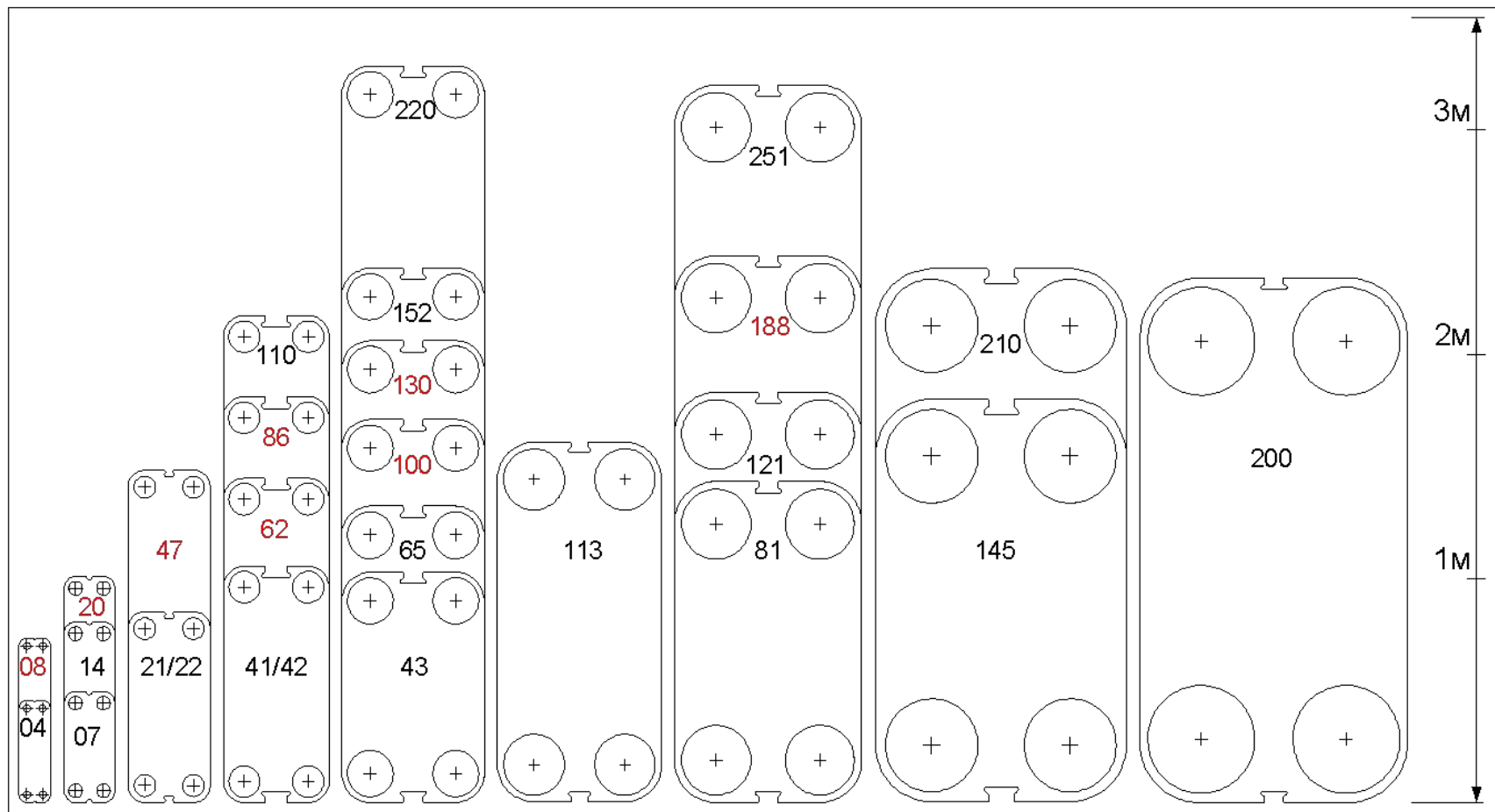
- нагреваемая сторона

# Конструкция ПТО



1. Неподвижная плита с присоединительными патрубками.
2. Верхняя направляющая.
3. Нижняя направляющая.
4. Задняя прижимная плита.
5. Теплообменные пластины с уплотнительными прокладками.
6. Комплект резьбовых шпилек.
7. Задняя стойка.

# Типоразмерный ряд ПТО







## Маркировка ПТО

Маркировка ПТО на примере **НН14-ТО16/3-101 TMTL88.**

НН – теплообменник изготовлен в Нижнем Новгороде (S – в Дании)

14 – типоразмер, площадь теплообменной поверхности одной пластины (~14 дм<sup>2</sup>)

ТО – тип рамы

16 – максимальное рабочее давление, ат

3 – номер рамы (чем больше число, тем больше пластин может поместиться в раму)

101 – общее количество пластин в теплообменнике

TMTL88 – теплообменник содержит каналы TM и TL (всего 100 «=101-1»), причем количество каналов TL составляет 88% от общего числа каналов.

# Расчетные (максимальные) параметры



- Р – расчетное давление:
  - 10 атм – толщина пластины min
  - 16 атм – толщина пластины средняя
  - 25 атм – толщина пластины max
- Т – расчетная температура:
  - 140 °С – материал прокладки Nitril
  - 160 °С – материал прокладки EPDM
  - 200 °С – материал прокладки Viton



## Применение пластинчатых теплообменников.

Февралев Алексей

# Тепловые пункты



Источник тепла



Тепло



-ЦТП  
-ИТП



Тепло



отопление



Тепло



ГВС



Тепло



вентиляция

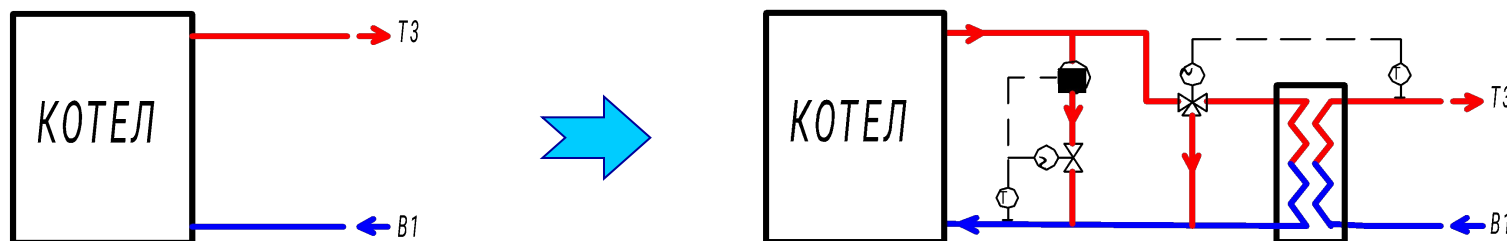


# Пластинчатые теплообменники в котельных

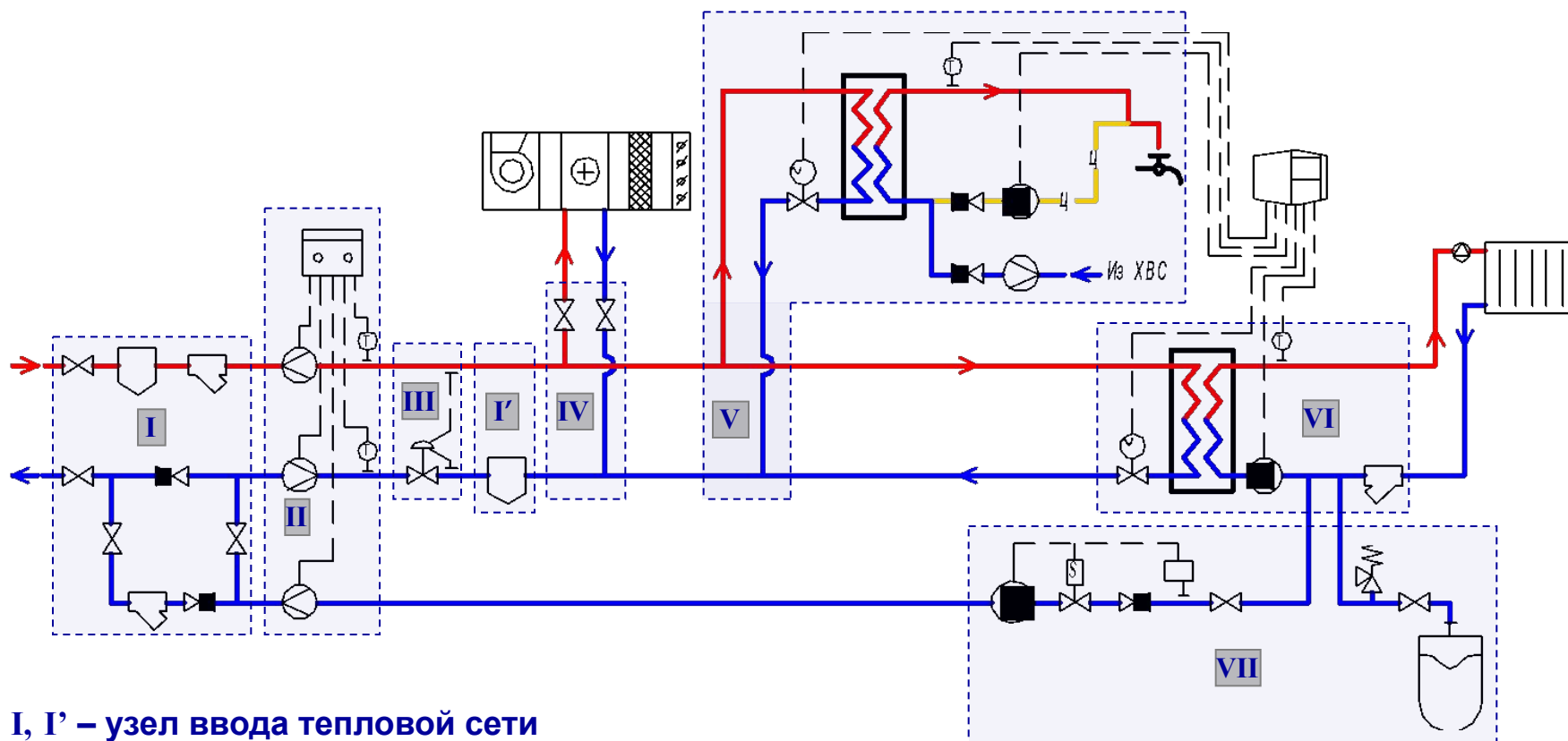


## Преимущества закрытого котлового контура:

1. Защита котла от грязного теплоносителя ТС
2. Защита котла от гидроударов в ТС
3. Увеличение ресурса работы котла
4. Снижение эксплуатационных расходов
5. Экономия топлива до 5%



# ПТО в тепловых пунктах



I, I' – узел ввода тепловой сети

II – узел учета теплотребления

III – узел согласования давлений

IV – узел присоединения систем вентиляции

V – узел присоединения системы ГВС

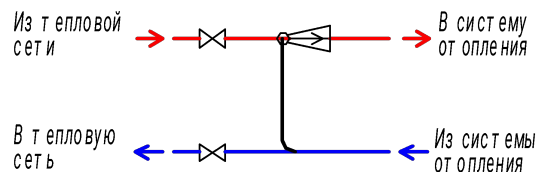
VI – узел присоединения системы отопления

VII – узел подпитки независимо  
присоединенной системы отопления

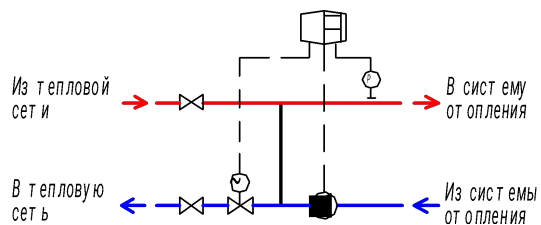
# ПТО в системе отопления



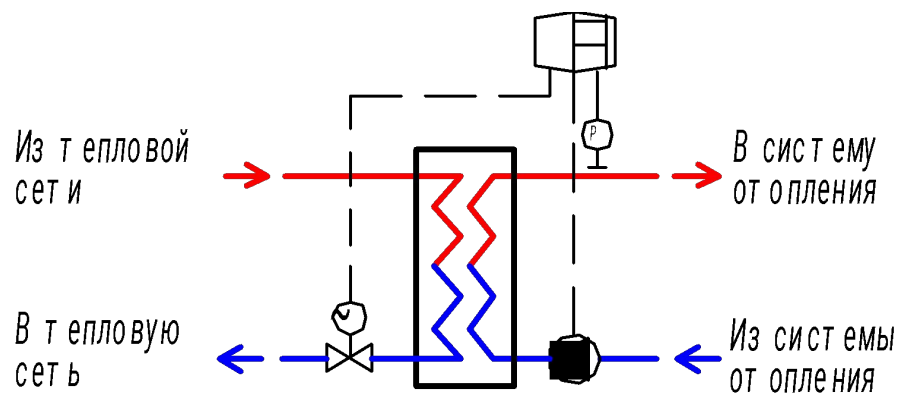
## Зависимое присоединение со смещением в гидроэлеваторе



## Зависимое присоединение с насосным смещением



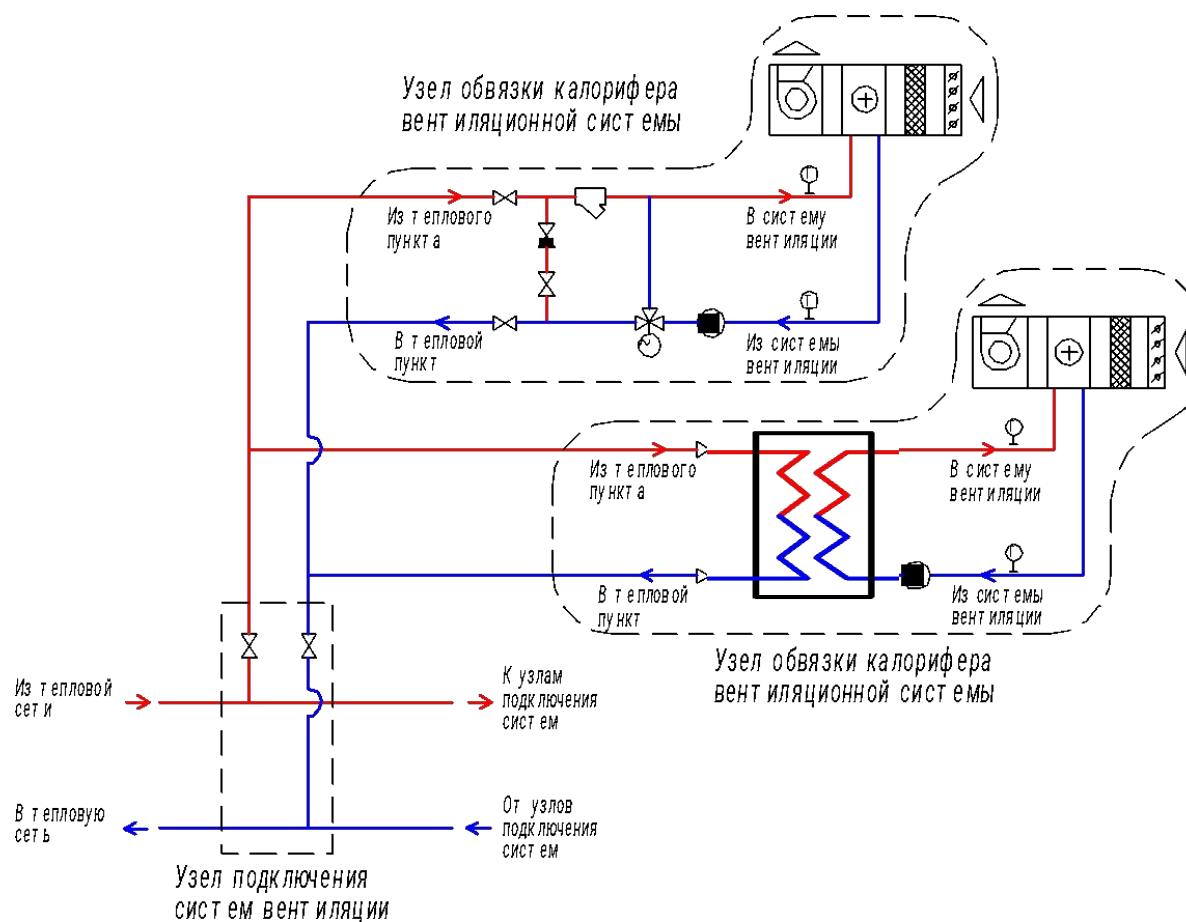
## Независимое присоединение через теплообменник



# ПТО в системе вентиляции

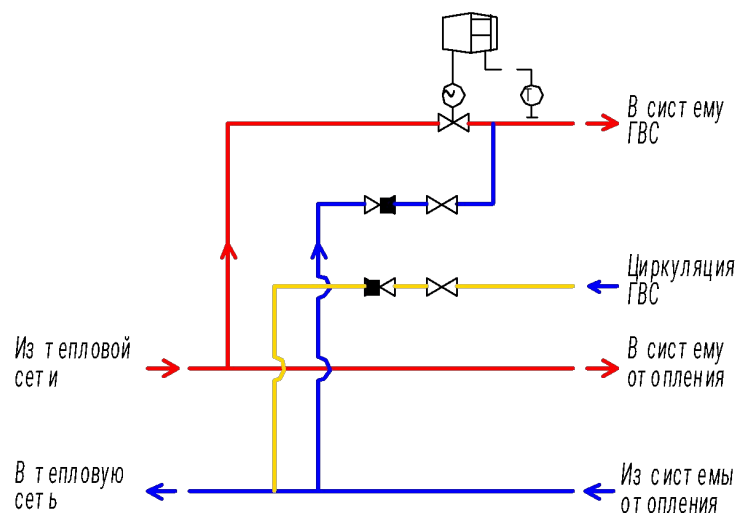


## Система теплоснабжения калориферов



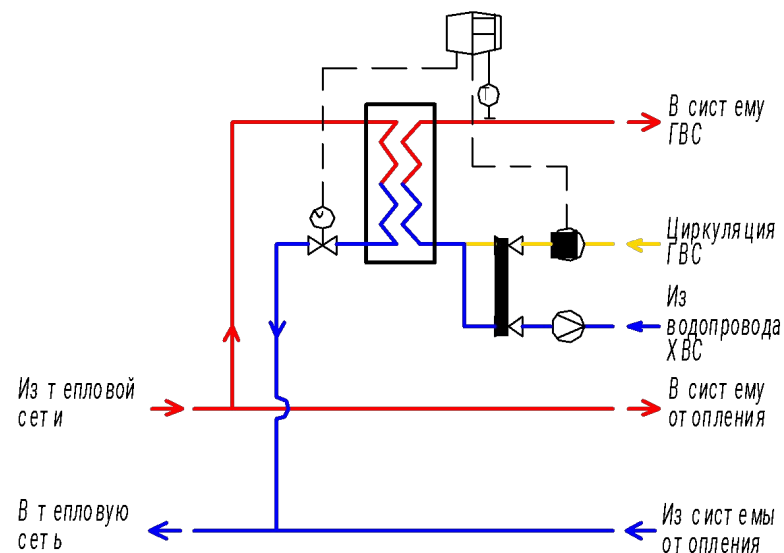
## Узел присоединения системы ГВС

Открытая схема



Теплоноситель на нужды ГВС берется из тепловой сети.

Одноступенчатая параллельная схема



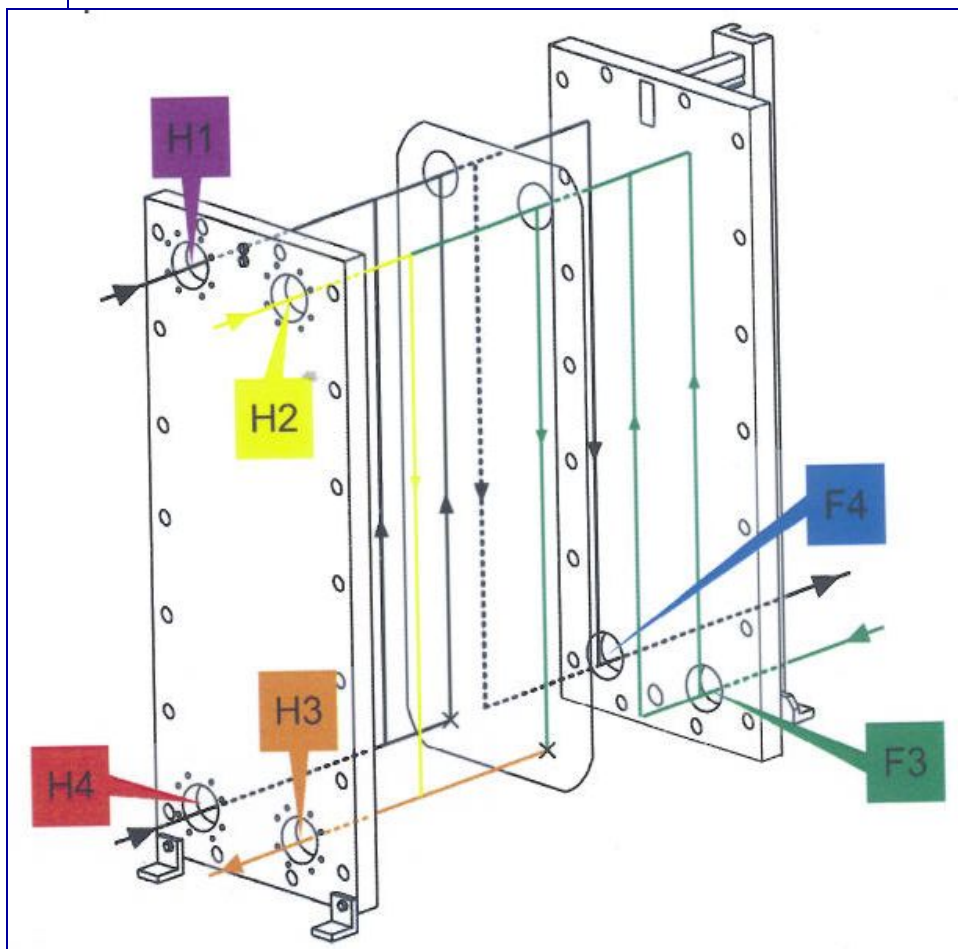
Применяется при:

$(Q_{ГВС}/Q_{отоп}) < 0,2$  и  $(Q_{ГВС}/Q_{отоп}) > 1$

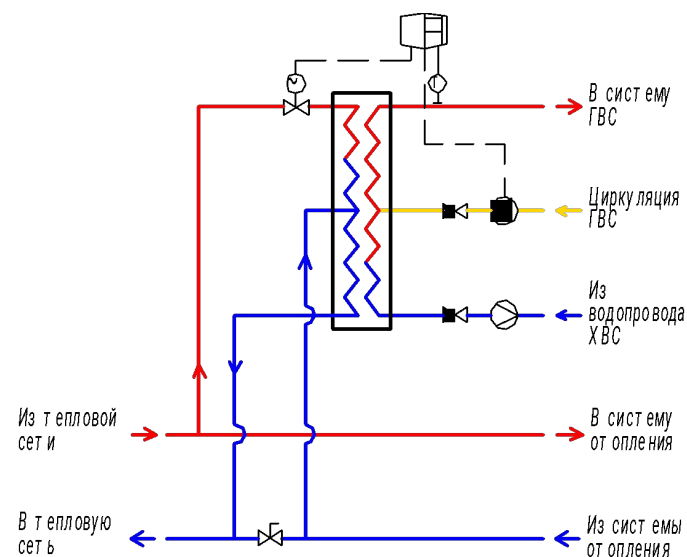
Самая дешевая и самая неэкономичная (в плане расхода сетевой воды) схема.



# ПТО в системе ГВС

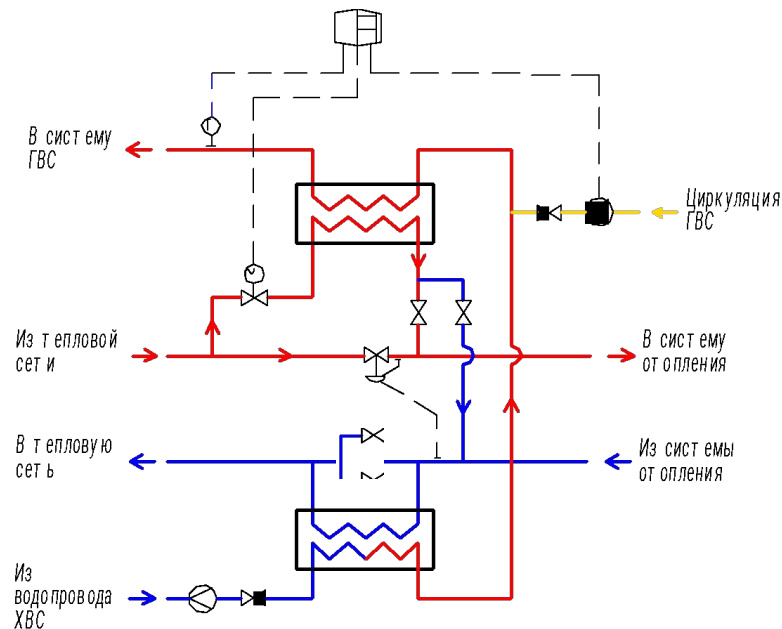


## Двухступенчатая смешанная схема (моноблок)



Применяется при:  $0,2 < (Q_{ГВС} / Q_{отоп}) < 1$   
Оба теплообменника располагаются в одном корпусе. Экономия расхода сетевой воды до **40%** по сравнению с одноступенчатой параллельной схемой.

## Двухступенчатая последовательная схема



Применяется при:  $0,2 < (Q_{ГВС}/Q_{отоп}) < 0,6$

Дорогая и сложная схема, с применением 2х теплообменников на ГВС. Экономия расхода сетевой воды до 60% по сравнению с одноступенчатой параллельной схемой.

# Температурный график ТС, точка срезки

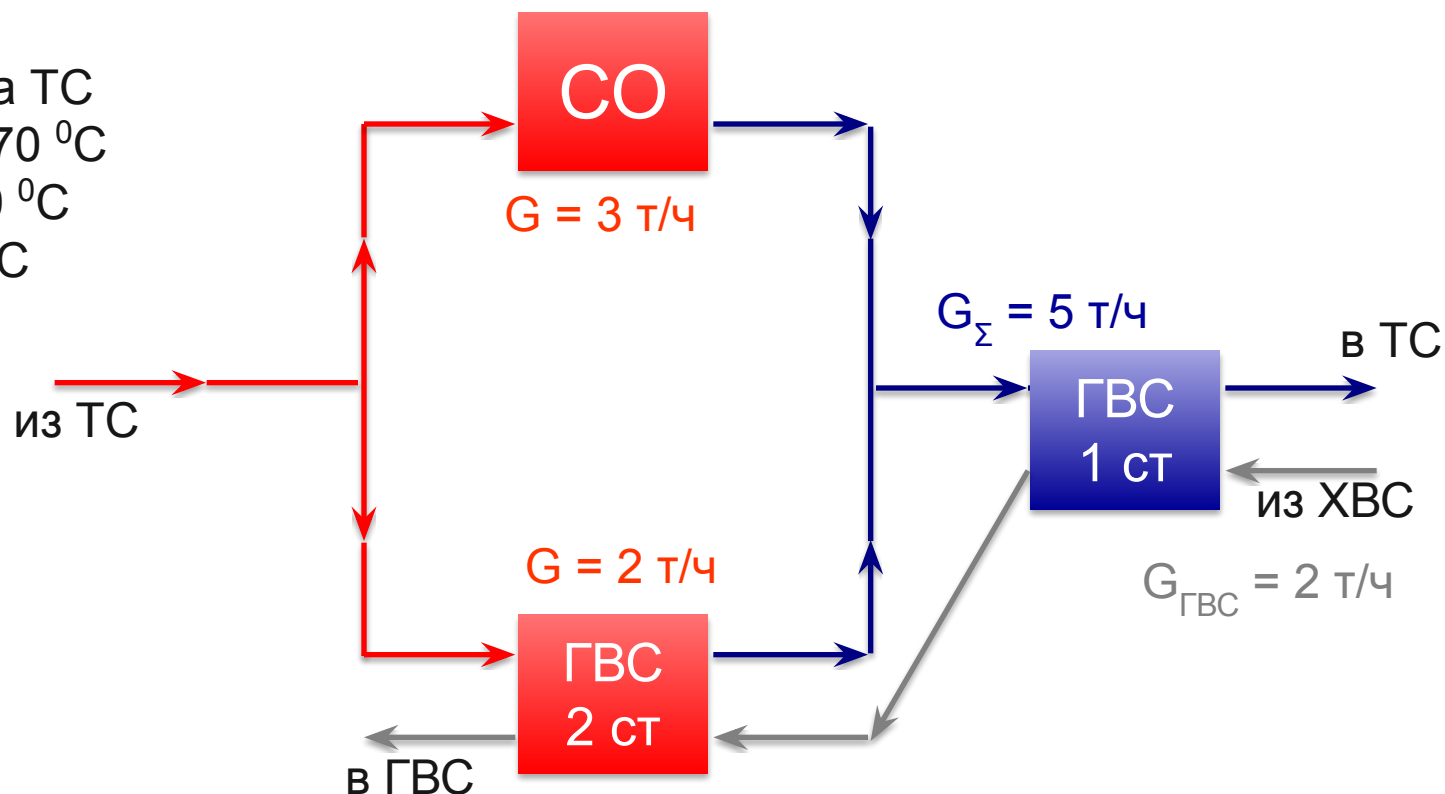


## 2-ст смешанная ГВС – особенности расчета



$$Q_{CO} = 195 \text{ кВт}$$
$$Q_{ГВС} = 140 \text{ кВт}$$

Температура ТС  
Зима – 130/70 °С  
Лето – 70/40 °С  
ГВС – 5/60 °С



## 2-ст смешанная ГВС – особенности расчета



Тип НН№14А

	первая ступень		вторая ступень	
	Гор. сторона	Хол. сторона	Гор. сторона	Хол. сторона
Среда	<b>Вода</b>	<b>Вода</b>	<b>Вода</b>	<b>Вода</b>
% содержания				
Расход, т/ч	4,95	2,18	2,18	2,18
Температура на входе, С°	43,9	5	70	36,3
Температура на выходе, С°	30,1	36,3	46,3	60
Потери давления, м.в.с.	2,66	0,51	1,62	1,62
Скорость в порту, м/с	0,47	0,2	0,21	0,2

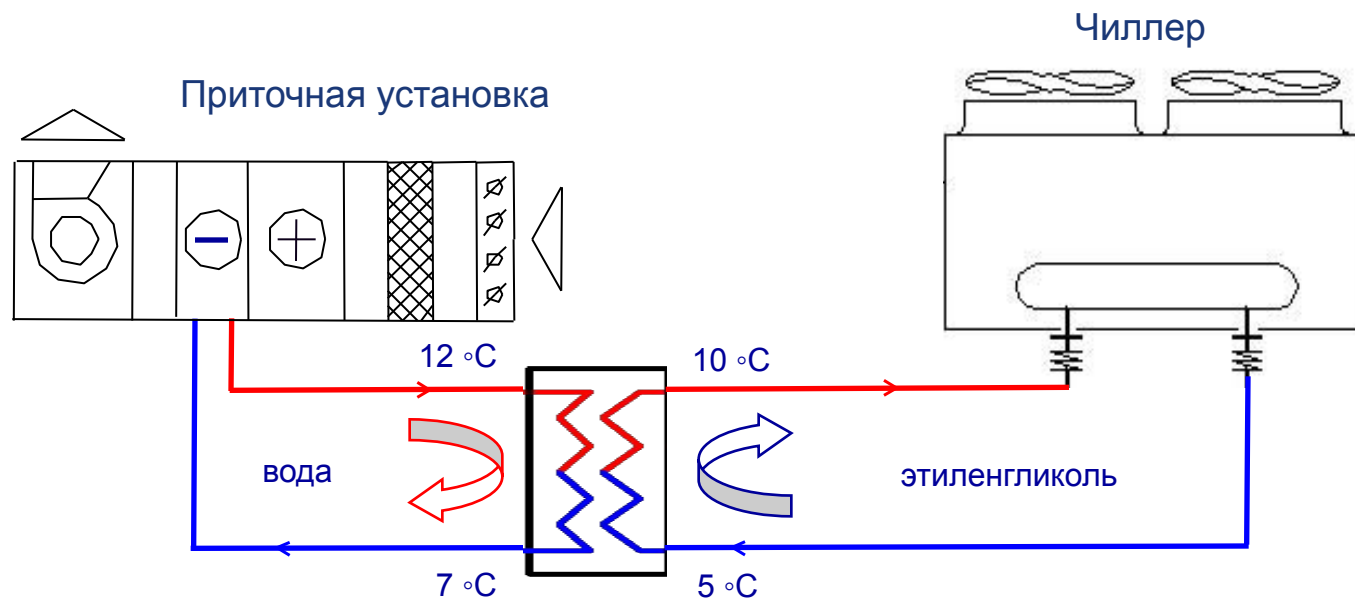
	первая ступень	вторая ступень
Тепловая нагрузка, ккал/ч	68628	51772
Запас площади поверхности, %	21,2	26,8
Коэф. теплопередачи, треб.,расч.,Ккал/м2*ч*К	3126/3790	3832/4859
Средняя логарифмическая разность температур, С°	14,6	10
Эффективная площадь, м2	1,5	1,35
Число пластин, компоновка пластин	12-TKTL64	11-TL
Компоновка каналов	1 x 5 + 0 x 0	1 x 5 + 0 x 0
Внутренний объем, л	1,75	1,75



# ПТО в системе вентиляции



## Система холодоснабжения секций охлаждения



Подробнее 16-20 слайд!

# Чиллер с воздушным охлаждением конденсатора наружной установки



Чиллер



вода  
или  
гликоль



Фанкойл



Приточная  
установка



Технологическая  
линия

“Плюсы”: Простота схемы и цена.

“Особенности”:

- 1) Возможность разморозки чиллера при заполнении системы водой;
- 2) Возможность засорения испарителя, выход из строя чиллера.

Холодильный коэффициент (COP) = 2,8



# Чиллер с воздушным охлаждением конденсатора наружной установки с реализацией режима Free Cooling



Фанкойл



Приточная установка



Технологическая линия

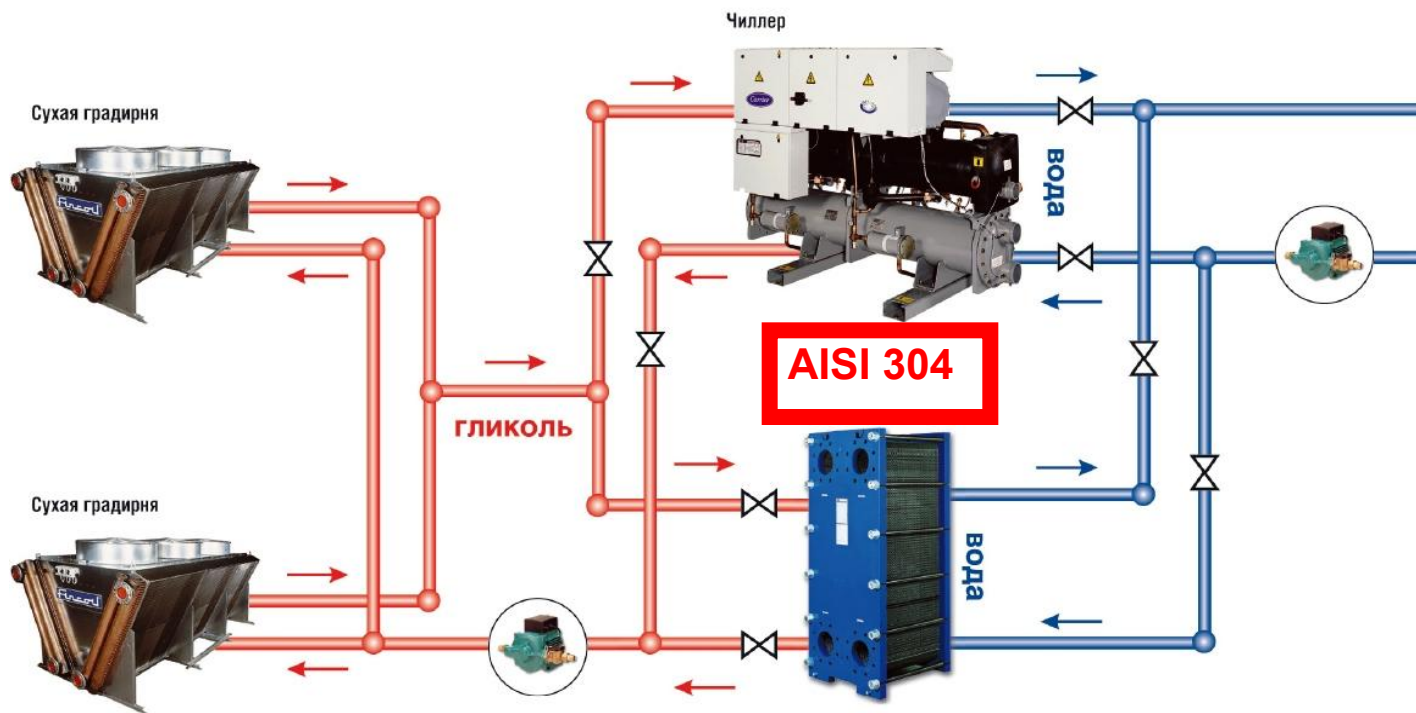
“Плюсы”: 1) Защита от загрязнения и разморозки чиллера;  
2) Защита от протечек гликоля в помещениях.

“Особенности”: 1) Возможна разморозка приточной установки.

Холодильный коэффициент (COP) = 2,3



# Чиллер с жидкостным охлаждением конденсатора + сухая градирня с реализацией режима Free Cooling



Фанкойл



Приточная установка



Технологическая линия

“Плюсы”: 1) Самый высокий коэффициент эффективности.

“Особенности”: 1) Высокая стоимость;

2) Только для больших мощностей.

Холодильный коэффициент (COP) = 3,0



## Особенности расчета

Февралев Алексей

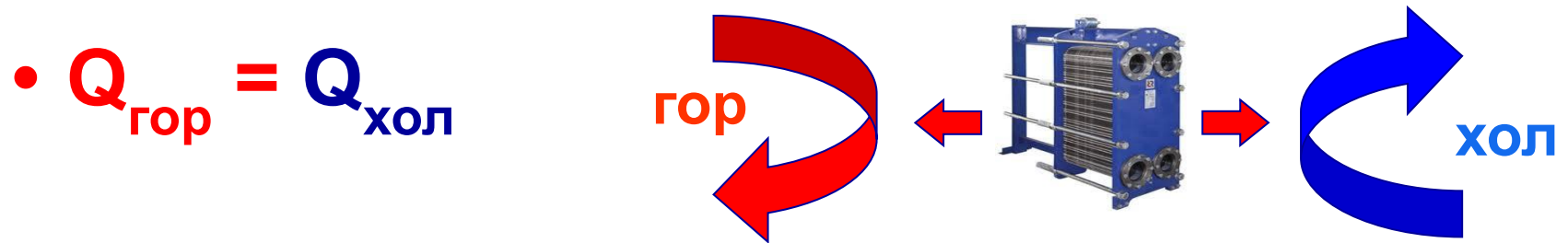


# Методика расчета теплообменника



1. Исходные данные для расчета.
2. Определение расходов.
3. Площадь проходного сечения. Скорость течения теплоносителей.
4. Определение коэффициента теплопроводности.
5. Средний логарифмический температурный напор.
6. Определение требуемой площади теплообмена.

# Уравнение теплового баланса. Определение расходов.



- Горячая сторона

$$Q_{\text{гор}} = \underline{G_{\text{гор}}} (t_{\text{гор}}' - t_{\text{гор}}'') C_p$$

- Холодная сторона

$$Q_{\text{хол}} = \underline{G_{\text{хол}}} (t_{\text{хол}}'' - t_{\text{хол}}') C_p$$

# Уравнение теплового баланса. Опросный лист.



- $Q_{\text{гор}} = G_{\text{гор}} (t_{\text{гор}}' - t_{\text{гор}}'') C_p$
- $Q_{\text{хол}} = G_{\text{хол}} (t_{\text{хол}}' - t_{\text{хол}}'') C_p$

	Ед. изм.	Греющая среда	Нагреваемая среда
Тип среды (вода по ГОСТ (РД), этилен/пропиленгликоли)			
Тепловая нагрузка	Гкал/ч		
Массовый расход	т / ч		
Температура среды на входе в ПТО (!)	°С		
Температура среды на выходе из ПТО (!)	°С		
Допускаемые потери напора в ПТО, макс.	м.в.с.		
Расчетное давление: _____ кгс / см <sup>2</sup>	Расчетная температура: _____ °С		



$$Q = k \times F \times \Delta t_{\text{ср}}$$

**Q**- тепловая мощность ПТО

**k**- коэффициент теплопередачи

**F**- площадь поверхности теплообмена

$\Delta t_{\text{ср}}$  - среднелогарифмический  
температурный напор

# Коэффициент теплопередачи



$$Q = k * F * \Delta t_{cp}$$

$$K_{\text{треб}} = \frac{\gamma}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$\gamma$  – запас поверхности на загрязнение;

$\alpha_{1 \text{ и } 2}$  – коэффициент теплоотдачи;

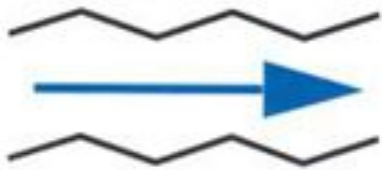
$\delta$  – толщина,  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;



# Факторы влияющие на коэффициент теплопередачи



## Типы профилей канала:



TK (мягкий)



TM (средний)



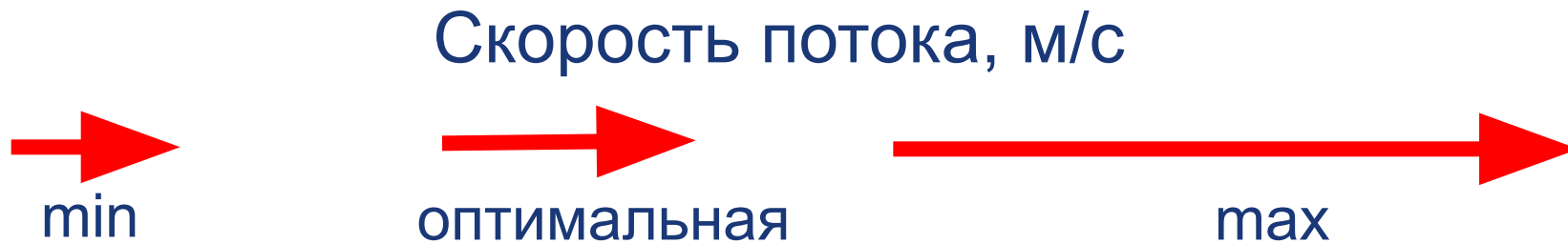
TL (жесткий)

Как влияет профиль канала на турбулентность и эксплуатационные характеристики ПТО?

**TK :**  $\kappa_{\downarrow} \rightarrow \Delta P_{\downarrow} \rightarrow F_{\uparrow}$

**TL :**  $\kappa_{\uparrow} \rightarrow \Delta P_{\uparrow} \rightarrow F_{\downarrow}$

# Факторы влияющие на коэффициент теплопередачи (k)

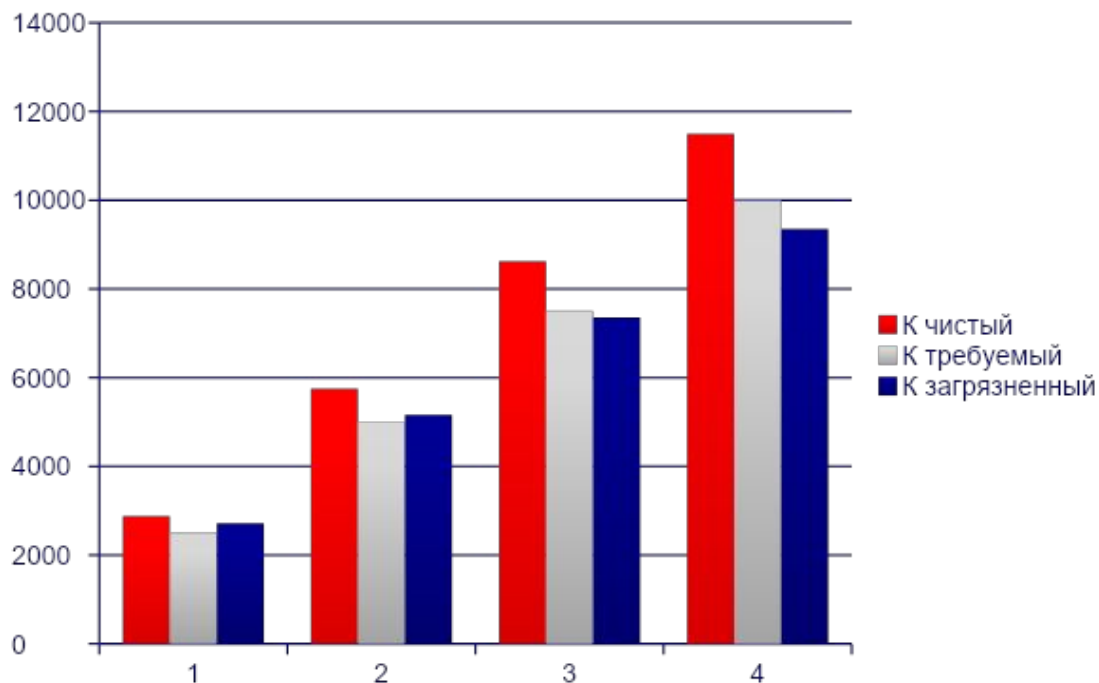


От чего зависит скорость потока:

- ✓ диаметра порта
- ✓ количества каналов

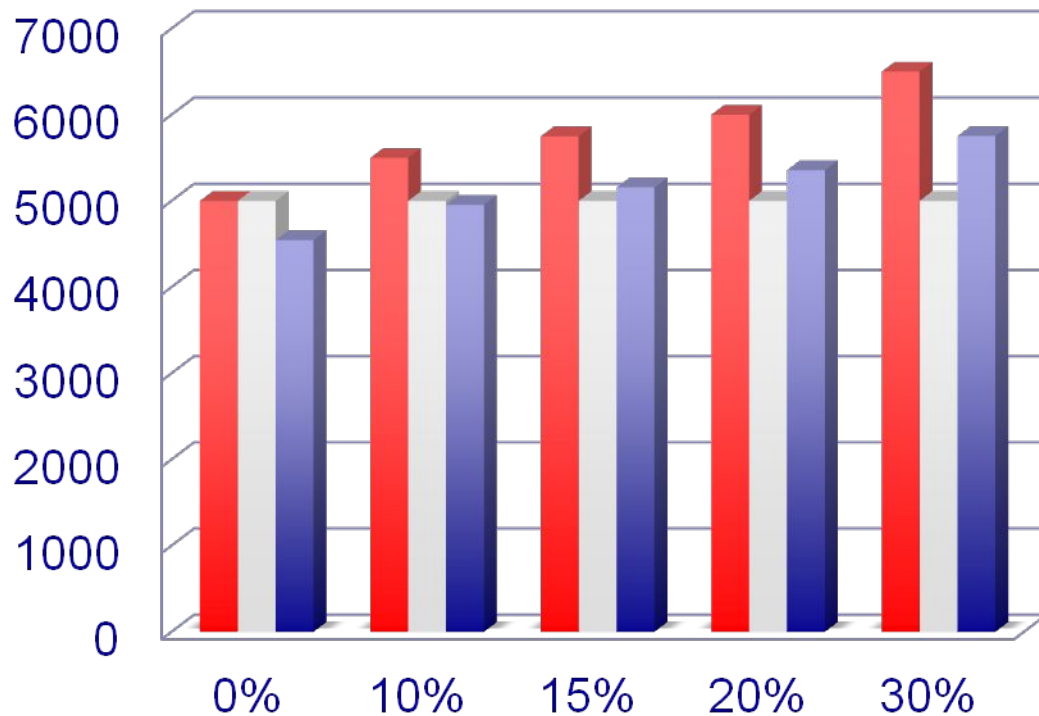
Увеличение количества пластин.  
Влияние типоразмера теплообменника.

# Запас поверхности. Завышение К.



Запас	К требуемый	К чистый	$\delta_{\text{загр}}/\lambda_{\text{загр}}$	К загрязненный
15%	2500	2875	0,00002	2718,68
15%	5000	5750	0,00002	5156,95
15%	7500	8625	0,00002	7356,08
15%	10000	11500	0,00002	9349,59

# Запас поверхности. Завышение К.



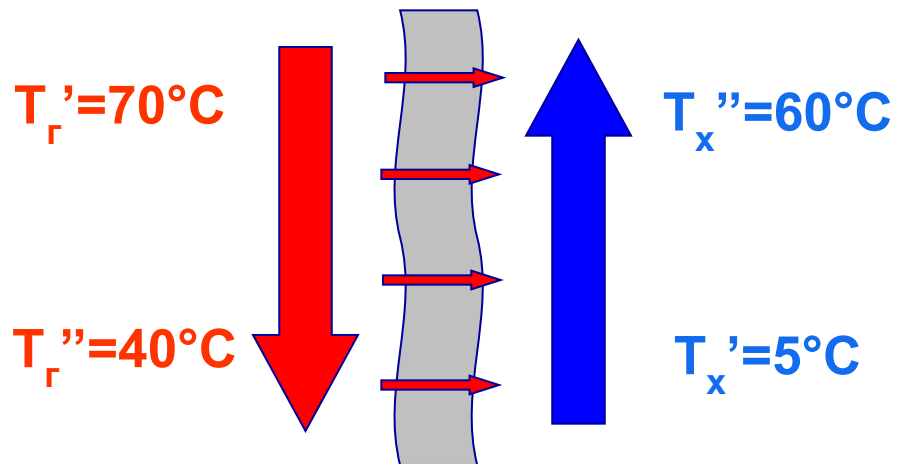
Запас	К требуемый	К чистый	$\delta_{\text{загр}}/\lambda_{\text{загр}}$	К загрязненный
0%	5000	5000	0,00002	4545,45
10%	5000	5500	0,00002	4954,95
15%	5000	5750	0,00002	5156,95
20%	5000	6000	0,00002	5357,14
30%	5000	6500	0,00002	5752,21

# Температурный напор (LMTD)



$$Q = k * F * \Delta t_{cp}$$

Пластина



$$\Delta t_{cp} = \frac{(T_{r1} - T_{x2}) - (T_{r2} - T_{x1})}{\ln \frac{(T_{r1} - T_{x2})}{(T_{r2} - T_{x1})}}$$

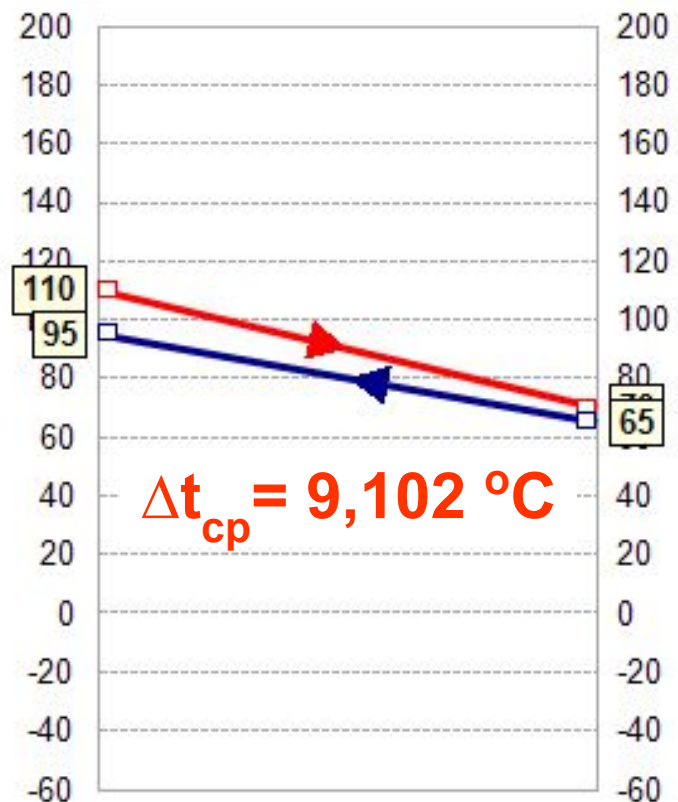
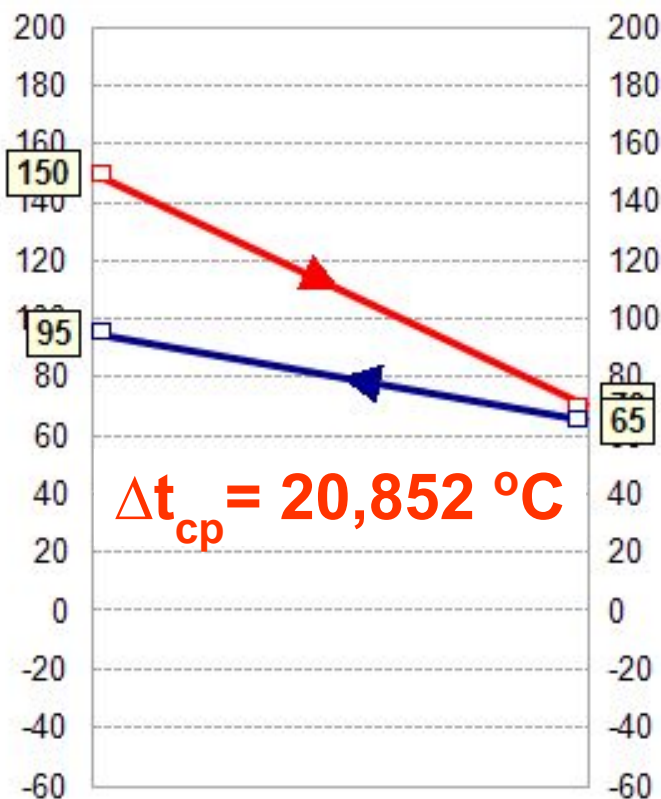
$$\Delta t_{cp} = 19,956 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$\Delta t_{cp}$  - это усредненная разница температур между горячим и холодным теплоносителем

# Среднелогарифмический температурный напор



$$Q = k * F * \Delta t_{cp}$$







ридан®